心理学报 2020, Vol. 52, No. 6, 786−800
Acta Psychologica Sinica DOI: 10.3724/SP.J.1041.2020.00786

社会价值取向对自我社会奖赏加工的影响——来自 ERPs 的证据*

李 琎[1,2] 孙 宇[1,2] 杨子鹿[3] 钟毅平[1,2]

([1]湖南师范大学教育科学学院心理系；[2]认知与人类行为湖南省重点实验室，长沙 410081)
([3]湖南农业大学教育学院应用心理系，长沙 410081)

摘 要 社会价值取向(Social Value Orientation, SVO)是相互依存情境下人们对自己和他人分配结果的一种稳定的社会偏好，按 SVO 不同可以将个体分为“亲社会取向”和“亲自我取向”个体。已有研究表明 SVO 影响个体对涉及自我金钱奖赏的结果评价加工，而它如何影响自我社会奖赏加工过程尚不明确。本研究让亲社会取向和亲自我取向被试完成涉及自我社会奖赏(包含社会接纳和自我成就感)的猜牌建议给予任务，同时记录其加工他人对建议的反馈(接受 vs.拒绝)和他人最终结果(收益 vs.损失)时诱发的脑电成分。结果发现，在建议反馈加工阶段，相比亲自我取向个体，亲社会取向个体在反馈相关负波(FRN)波幅(峰−峰值)和 P3 平均波幅上，建议被对方接受和被对方拒绝所诱发的波幅差异均显著；在他人最终结果加工阶段，建议被对方拒绝后，对于亲社会取向个体，对方损失诱发的反馈相关负 FRN 波幅比对方收益诱发的波幅更负，而对方损失诱发的P3 波幅小于对方收益诱发的波幅；对于亲自我取向个体，对方损失与收益诱发的 FRN 波幅无差异，对方损失诱发的 P3 波幅显著大于对方收益诱发的波幅。这些结果表明社会价值取向调节个体对自我社会奖赏的加工。

关键词 社会价值取向；结果评价；建议给予；自我社会奖赏；事件相关电位(ERPs)

分类号 B848: B845

1 引言

社会决策包含三个阶段：第一，在多个选项中形成偏好；第二，进行决策行为；第三，对决策的结果进行评价(Ernst & Paulus, 2005)。研究表明，结果评价不仅涉及个体对物质奖赏的加工(如，评价决策为自己带来了多少金钱)，同时也涉及个体对社会奖赏的加工(评价决策能否为自己带来社会奖赏)，社会奖赏是指在没有物质回报的情况下具有社会性质的个体所期望获得的结果(Gu et al., 2019; Izuma, 2012; Izuma, Saito, & Sadato, 2010)。社会奖赏形式广泛，包括社会接纳(social acceptance) (Somerville, Heatherton, & Kelley, 2006)、社会尊重(Baumeister, & Leary, 1995)、社会认可(social approval) (Izuma et al., 2010)、自我成就感(reflected glory) (Mobbs et al., 2015; Li et al., 2018)以及自我名声提升(self-reputation enhancement) (Izuma, 2012; Izuma et al., 2010)等。

Izuma, Matsumoto, Camerer 和 Adolphs (2011)认为，个体社会决策结果不仅会影响自己，也可能会影响他人，在结果评价过程中，当个体看到自己的决策被他人认可或者看到自己的决策使得他人获益，个体会体验到社会奖赏。研究表明，给予他人建议是个体获得社会奖赏的重要方式和途径之一(Li et al., 2018; Mobbs et al., 2015)。例如，脑功能磁共振成像(functional magnetic resonance imaging,

收稿日期: 2019-08-30
* 中国自然科学基金面上项目(31671134)，国家社会科学基金重大项目(17ZDA326)，湖南省社科青年项目(19YBQ080，18YBQ069)，湖南省研究生科研创新项目(CX2018B236)资助。
通信作者：钟毅平, E-mail: ypzhong@hunnu.edu.cn

fMRI)研究发现, 如果自己提供的建议被采纳并使他人成功, 个体的奖赏加工核心脑区(纹状体和前额叶中央皮层)会显著激活(Izuma, 2012; Izuma, Saito, & Sadato, 2010; Mobbs et al., 2015)。事实上, 虽然人们可以通过建议给予获得社会奖赏, 但这一过程是“不确定”的(Li et al., 2018; Zhu, Feng, Zhang, Mai, & Liu, 2018; Zhu et al., 2017), 这里的“不确定”主要包含两个方面的内容: 首先, 个体给予他人建议后, 不确定该建议能否被他人接受; 其次, 不确定该建议能否给他人带来好处或收益。换句话说, 个体在给予他人建议后会得到两种反馈信息, 第一种是他人是否采纳建议的反馈信息(即他人接受或者拒绝建议); 第二种是他人最终收益或者损失的反馈信息, 这两种反馈信息均与自我社会奖赏有关: 在建议给出的第一阶段, 建议者会得到建议是否被接受的反馈, 研究表明当自己的建议被他人接受或者采纳后, 个体会体验到“社会接纳” (Mobbs et al., 2015), 社会接纳是社会奖赏的一种形式(Somerville et al., 2006; Baumeister, & Leary, 1995), 因此该阶段涉及的社会奖赏是社会接纳。在得到他人接受或者拒绝建议的反馈后, 个体接着会收到第二阶段与自我社会奖赏相关的结果反馈信息, 此时涉及的社会奖赏形式是自我成就感(Mobbs et al., 2015)。具体来说, 该阶段的结果反馈可以分为 4 种情况(如图 1): (1)自己的建议被他人接受, 他人最终收益; (2)自己的建议被他人拒绝, 他人最终损失; (3)自己的建议被他人接受, 但让他人最终损失; (4)自己的建议被他人拒绝, 但他人最终收益。在以上 4 种结果反馈中, (1)和(2)代表自己提出的建议是正确的, 个体会获得自我成就感, 从而体验到社会奖赏, 而(3)、(4)代表自己提出的建议是错误的, 个体不能获得自我成就感, 即不能体验到社会奖赏(Mobbs et al., 2015; Li et al., 2018)。

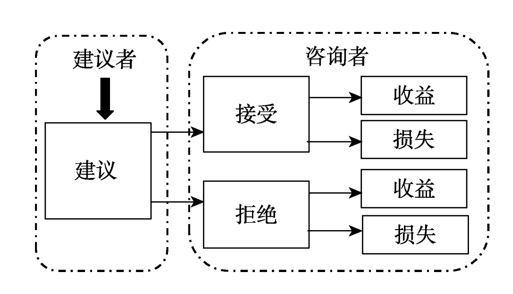


图 1　建议给予后建议者可能得到的不同的结果反馈

此外, 值得注意的是, 虽然以上的(1)和(2)均代表个体会体验到社会奖赏, 但研究表明, 个体在建议被接受和拒绝两种条件下产生的心理状态可能存在差异, 当个体的建议被接受后, 会体验到“社会接纳” (Somerville et al., 2006; Baumeister, & Leary, 1995); 而建议被他人拒绝后, 可能会体验到“社会排斥” (Falco, Albinet, Rattat, Paul, & Fabre, 2019; Mobbs et al., 2015)。因此个体在“建议被接受”和“建议被拒绝”后, 对他人的损失和收益的加工可能存在差异, 相比个体的建议被拒绝而看到他人损失的反馈, 当自己的建议被他人接受后, 个体自我卷入感(self-involvement)增加, 从而会获得更强的奖赏体验(Wu, Zhang, Eleson, & Zhou, 2012)。

以往研究表明, 奖赏加工受人格特质的影响(钟毅平, 吴云, 范伟, 2018; Distefano et al., 2018; Mei, Yi, Zhou, Liu, & Zheng, 2018)。其中, 社会价值取向(Social Value Orientation, 简称为 SVO)是一种与奖赏加工有着密切联系的人格特质, 已有大量研究开始探讨它是如何影响奖赏加工的(Hu, Xu, & Mai, 2017; Qi, Wu, Raiha, Liu, 2018; Wang et al., 2017)。SVO 是相互依存情境下人们对自己和他人分配结果的一种稳定的社会偏好, 属于一种较为稳定的人格特质(Hilbig, Glöckner, & Zettler 2014; Qi et al, 2018), 不同的 SVO 个体是按照对自我和他人结果分配中所表现出的行为偏好进行的分类(戚艳艳, 伍海燕, 刘勋, 2017; 张振, 张帆, 原胜, 郭丰波, 王益文, 2015), 主要分成 4 类取向个体: 平等取向型(equality orientation)个体、合作取向型(cooperation orientation)个体、竞争取向型(competition orientation)个体和个人主义取向型(individualism orientation)个体。具体来说, 平等取向型个体追求的是自我和他人所获利益差的最小化; 合作型个体在分配中追求的是双方的共同利益的最大化; 竞争型个体所追求的是双方获得的利益差的最大化并且自己比他人获得更多利益; 个人主义取向型个体追求的则是自我的获利达到最大, 而不考虑他人获利多少(Hu et al., 2017)。有研究更进一步对这 4 种价值取向进行了精简与分类: 将“竞争取向型个体”和“个人主义取向型个体”归为“亲自我型取向个体”, 而“合作取向型个体”和“平等取向型个体”则归为“亲社会型取向个体” (袁博 等, 2014; Hu et al., 2017)。SVO 对奖赏加工的影响主要体现在不同 SVO 个体对自我和他人奖赏的权重的差异(Haruno & Frith, 2010): “亲自我型取向”个体只重视自我所获得的奖赏或利益, 而与之相比, “亲社会型取向”个体不仅关注自我奖赏, 同时也会关

注他人奖赏，并且追求自我和他人能获得同等奖赏(Bieleke, Gollwitzer, Oettingen, & Fischbacher, 2016)，总之，两种类型的 SVO 个体对自我和他人所获得的奖赏加工过程存在差异。

研究发现，利用高时间分辨率的事件相关电位(Event-related potentials, ERP)技术可以很好揭示个体对奖赏加工的时间进程(Pornpattananangkul, Nadig, Heidinger, Walden, & Nusslock, 2017; Wei, Wang, & Ji, 2015; Zheng et al., 2017)。之前研究主要关注两个有关奖赏结果评价的 ERP 成分：一个是反馈相关负波(feedback related negativity, 简称为 FRN)，该成分是在反馈刺激呈现后约 200~350 ms 的时间窗口出现的一个相对负向偏转的脑电波成分，FRN 一般产生于大脑前额叶区，研究认为，FRN 前中部的头皮分布是一个识别 FRN 成分的相对稳定特点(李丹阳，李鹏，李红，2018; Glazer, Kelley, Pornpattananangkul, Mittal, & Nusslock, 2018; Hajcak, Moser, Holroyd, & Simons, 2006)。大量研究证实，FRN 与反馈刺激的效价有联系，当反馈刺激是负面或消极的时候，其诱发的波幅会更趋于负走向(Gu et al., 2011; Wang et al., 2017)，此外，也有研究发现 FRN 反映了对结果的预期，未被个体预期的结果会诱发更负走向的波幅(Glazer et al., 2018; Hauser et al., 2014)；另一个重要成分是 P3，该成分一般出现在反馈刺激呈现后约 300~600 ms 时间窗出现的一个正成分，一般出现在中后部脑区(Polich, 2007; Wang et al., 2017; Zhou et al., 2010)。研究表明，P3 受反馈刺激效价的调节，对自己积极或者正面的反馈结果会更容易吸引个体的注意资源，诱发的 P3 波幅会更大(Yeung, Holroyd, & Cohen, 2005)，此外，相比小额奖赏，大额奖赏诱发的 P3 波幅也会更大(Nieuwenhuis, Aston-Jones, & Cohen, 2005)。越来越多研究者利用 ERPs 的优势开始探究 SVO 对奖赏加工的影响(戚艳艳 等，2017)。例如，Hu 等(2017)利用 ERPs 考察“亲社会型取向”和“亲自我型取向”个体在面对不同金钱分配方案反馈时不同的神经反应，结果发现，SVO 调节涉及金钱奖赏的结果评价的早期(以 FRN 为指标)和晚期阶段(以 P3 为指标)，加工与自我相关的金钱奖赏结果时，无论对于亲社会取向个体还是亲自我取向个体，自我金钱损失均诱发了更负的 FRN 波幅，而自我金钱收益均诱发了更大的 P3 波幅，但在加工与他人相关的奖赏时，只有亲社会取向个体更为敏感，在 FRN 和 P3 体现出他人结果效价的差异。但过往研究多考察的是 SVO 对自我金钱奖赏结果评价的影响，鲜有研究探讨其对涉及自我社会奖赏结果评价的影响，因此，本研究以期探究当自我奖赏涉及社会奖赏时，亲社会取向个体与亲自我取向个体在结果评价过程中是如何表现的。

许多研究表明，个体对金钱奖赏的加工方式与社会奖赏神经反应模式存在相似之处(Distefano et al., 2018; Gu et al., 2019)。例如，fMRI 研究发现，金钱奖赏和社会奖赏的加工激活相同的脑区，如纹状体、前额叶中央皮层(medial prefrontal cortex, MPFC)等，并且激活程度无显著差异(Häusler, Becker, Bartling, & Weber, 2015; Izuma, Saito, & Sadato, 2008)。ERPs 研究同样也发现，金钱奖赏和社会奖赏在特定任务中都会诱发与奖赏相关的相同特有脑电成分(如，奖赏正成分：reward-related positivity, 简称为 RewP) (Distefano et al., 2018)。由此，我们推测，在评价建议给予的结果时，SVO 同样也会影响个体的社会奖赏加工。综上，本研究主要关注建议给予后两个阶段的脑电成分，第一是建议者加工对方接受/拒绝建议时诱发的脑电成分(建议反馈加工阶段)；第二是建议者加工对方接受/拒绝建议后最终获得收益/损失结果时诱发的脑电成分(他人最终结果加工阶段)。我们采用变式猜牌建议给予任务(付艺蕾，罗跃嘉，崔芳，2017; Hu et al., 2017; Mobbs et al., 2015; Wischnewski, Bekkering, & Schutter, 2018)来验证如下两个假设：

(1)建议反馈加工阶段：此阶段涉及社会奖赏的一种重要形式：社会接纳(Mobbs et al., 2015; Somerville et al., 2006)。研究者指出，相比亲自我取向型个体，亲社会取向个体对他人亲社会行为相关的信息(如，合作、进攻、接纳或排斥行为)更敏感(Wang et al., 2017; 戚艳艳 等，2017)，社会接纳与亲社会行为动机相关(MacKenzie, & Baumeister, 2019)，因此亲社会取向个体在此阶段，对社会接纳相关的反馈信息可能比亲自我取向个体更加敏感。根据过往文献，这种敏感的差异可能表现在早期(FRN 波幅)和晚期(P3 波幅)阶段(Wang et al., 2017)，所以本研究假设，在建议反馈加工阶段，对于亲社会取向个体，自己提供的建议被他人拒绝和被接受诱发的 FRN 间的差异和 P3 间的差异与亲自我取向个体相比可能会更显著。

(2)他人最终结果加工阶段：此阶段涉及社会奖赏的另一种形式：自我成就感(Mobbs et al., 2015)。亲自我取向型个体追求的是自我能够获得社会奖

赏，因此在加工早期阶段，当自己的建议被他人接受后，他人损失(个体未获得自我成就感)会诱发更负的 FRN；当自己的建议被拒绝后，他人收益(个体未获得到自我成就感)则会诱发更负的 FRN 波幅。在加工晚期阶段，当自己的建议被他人接受后，他人收益(个体获得自我成就感)会诱发更大的 P3；当自己的建议被拒绝后，他人损失(个体获得自我成就感)则会诱发更大的 P3 波幅。亲社会取向个体追求的是双方都获得奖赏，会表现出对他人利益的关注，所以在结果评价的早期阶段，当自己的建议被他人接受后，他人损失(个体未获得自我成就感；他人同样也未获得金钱奖赏)会诱发更负的 FRN；当自己的建议被拒绝后，他人损失或者收益都意味着双方总有一方会得不到奖赏，因此可能不会产生显著的 FRN 效应。在加工晚期阶段，当自己的建议被他人接受后，他人收益(双方都获得奖赏)会诱发更大的 P3；当自己的建议被拒绝后，他人损失和收益诱发的 P3 波幅差异可能不显著。

2　方法

2.1　被试

社会价值取向测量。采用社会价值的三优势测量(Triple-Dominance Measure) (van Lange, Otten, de Bruin, & Joireman, 1997)对个体进行分类，该量表包括 9 个题目，每个题目有 3 种选项，这 3 个选项分别代表了不同点数的分配方案，同时也代表着亲社会取向型、个人主义取向型和竞争取向型个体。该测量方法是让被试假设自己和另外一个人同时做出一些分配决策，在每个选项中，有一些点数是要分配给被试的，另一些点数是要分配给另一个人的，这些点数是有价值的，得到的点数越多，收益也就越多。在这 3 个选项中，给自己和给他人分别分配不同的点数(何力舟，卞冉，车宏生, 2013)。例如，如表 1 所示，这里的选项 A 代表的是竞争取向型个体做出的选择，因为他们会最大化自己与他人的差距；选项 B 代表的是亲社会取向个体做出的选择，因为他们的目标是让自我和他人的共同利益达到最大化，且两者的差距最小；选项 C 为个人主义取向者的选项，在这一选项中，自己所得到的点数与其它两个选项相比是最大的，而他人所得到的点数也比选项 A 中他人所得到的点数多，说明他们只关心个人收益达到最大。如果个体在 9 道题中有 ≥ 6 道题选择相同种类的选项，该个体社会价值取向就为该 SVO 类别，如果没有，则不能将其分类(戚艳艳 等, 2017)。按以往研究，我们将“竞争取向型个体”和“个人主义取向型个体”统一归类为亲自我型取向个体(何力舟 等, 2013; Hu et al., 2017; Qi et al., 2018)。综上，我们将 SVO 分为亲自我型取向个体和亲社会型取向个体。

表 1　社会价值取向测量题目示例

选项	自己获益	他人获益
A	500	100
B	500	500
C	550	300

利用 G*Power 3.1 对样本量进行估计，保证中等效应量需要共计 46 名被试[1](Faul, Erdfelder, Lang, & Buchner, 2007)。因此我们招募 65 名被试进行 SVO 测量，发现有 14 名被试没有明确的社会价值取向，即在 9 道题中小于 6 道题选择了相同种类的选项，因而无法进行分类。最终，剩下的 51 名被试进行正式脑电实验，其中 25 名被试(年龄：21.3 ± 1.47 岁，其中男性 11 人，女性 14 人)属于亲自我取向个体，26 名被试(年龄：20.9 ± 1.92 岁，其中男性 13 人，女性 13 人)属于亲社会取向个体。所有被试均为右利手，视力或矫正视力正常，脑部未受过伤，没有精神病史，在实验前签订了相应的被试知情同意书。

2.2　任务与程序

实验采用变式猜牌建议给予任务(Hu et al., 2017; Leong & Zaki, 2018; Mobbs et al., 2015; Wischnewski et al., 2018)。每名被试都将从“被试群”中匹配一个同性陌生人一起来完成猜牌任务实验，并通过抽签决定谁是建议者，谁是最后决定者，但事实上，我们会在实验前预先设定程序使亲自我取向个体或者亲社会取向个体抽到的角色总是“建议者”。作为“建议者”的被试和“最后决定者”被分配在不同的房间进行实验。被试要求从两张牌(一张使对方收益、另一张使对方损失)里面选择一张作为“建议”给“最后决定者”，“最后决定者”有权决定是否接受被试的建议而做出选择；被试会看见“最后决定者”是否接受了自己给的建议，以及最后决定者”最终结果是收益还是损失。作为“建议者”，被试会得到 4 种类型结果反馈：(1)自己的建议被他人接受，并且该建议给他人带来收益(简称：建议被接

[1] 统计检验力 power = 0.90 (90%)，效应量设置为 effect size f^2 = 0.15，显著性水平 α = 0.05。

受−对方收益); (2)自己的建议被对方拒绝, 而对方最终损失(建议被拒绝−对方损失); (3)自己的建议被对方接受, 但该建议导致对方损失(建议被接受−对方损失); (4)自己的建议被对方拒绝, 但对方却收益(建议被拒绝−对方收益)。

具体程序如下：每名被试进入脑电实验室后, 实验助理向他们介绍实验流程和任务规则, 之后, 给被试佩戴电极帽并做好准备工作, 准备工作完成后进行正式脑电实验。首先, 每名被试读如下指导语:“您即将完成一个包含若干相同轮数的任务, 在任务中你是建议者, 每一轮在屏幕上会出现两张牌(一张会让对方赢得 10 分; 另外一张会让对方损失 10 分)[2], 你需要选择一张作为建议给对方, 之后你会看到对方是不是接受了你的建议, 最后你会看到对方最终是赢得了 10 分还是损失了 10 分”。确认被试明白指导语后, 被试进行练习试次, 每个条件练习 3 个试次, 共练习 12 个试次, 练习结束后, 进行正式实验, 如图 2 所示, 首先在屏幕上呈现持续 500 ms 的“+”注视点, 然后在注视点“+”左边和右边会出现两个绿色长方体(2.5° × 2.5°) 分别代表两张牌, 被试通过按 F 或者 J 键从左右两张牌中选择一张作为建议给对方, 做完决策后, 被试的选择会被红框标亮持续 500 ms, 之后, 在一个 600~800 ms 的随机黑屏后, 被试会看到“对方接受”或者“对方拒绝”的反馈, 呈现时间为 1000 ms, 最后, 在 600~800 ms 随机黑屏后, 对方的结果:“对方 + 10”或者“对方 − 10”呈现 1000 ms (“+”代表收益; “−”代表损失)。每个试次之间有 1000 ms 的黑屏间隔时间。被试看到的所有来自于对方(“最后决定者”)的反馈(接受 vs. 拒绝)和对方的结果(收益 vs. 损失)是预先编程设定的, 以随机方式呈现, 首先, 建议反馈加工阶段：对方对建议的反馈(对方接受或者拒绝建议条件)各有 160 个试次; 其次, 他人最终结果加工阶段：4 种条件(“建议被接受−对方收益”; “建议被接受−对方损失”; “建议被拒绝−对方收益”; “建议被拒绝−对方损失”)下的试次各有 80 次, 被试共进行 320 个试次, 分成了 8 个 block, 每个 block 之间休息 1.5 分钟, 整个实验共耗时 40~45 分钟。实验程序使用 E-Prime 2.0 (Psychology Software Tools, Inc., Sharpsburg, PA)编程。

[2] 根据以往文献, 被试首先被告知对方最后的分数将以一定比率换算成人民币给对方, 而被试自己获得的被试费固定为 50 元, 与对方最后的收益或者损失无关(Zhu et al., 2018; Zhu et al., 2017)。

2.3 数据采集及分析

使用国际 10-20 系统扩展 64 导脑电放大器(ANT Neuro, Enschede, Netherlands)采集脑电和眼电数据, 在线记录时以 CPz 点为参考电极, 离线转为双侧乳突平均参考。同时记录双眼外侧的水平眼电(HEOG)和右眼上下眶的垂直眼电(VEOG), 采样频率为 500 Hz/导, 所有电极与头皮之间阻抗都小于 5 kΩ, EEG 数据分析采用 EEGLAB 工具包(Delorme & Makeig, 2004)。首先, 对数据进行滤波, 滤波工具是 EEGLAB 工具包内置的 Hamming windowed sinc FIR (finite impulse response)滤波器, 参数为 0.1~30 Hz (filter slopes: 24 dB/octave); 然后, 利用 ICA (独立成分分析, Independent Component Analysis)方法去除脑电中的水平和垂直眼电和伪迹 (Delorme & Makeig, 2004; Plöchl, Ossandón, & König, 2012); 之后, 对数据进行分段, 分段时间为 −200 ms (作为基线矫正)至 800 ms; 最后排除其他波幅大于 ± 75 μV 的伪迹信号。最后, 建议反馈加工阶段：“建议被接受”条件下的平均有效叠加试次为 134.05 ± 10.02 个; “建议被拒绝”条件下的平均有效叠加试次为 137.12 ± 9.51 个, 两种条件下的有效叠加试次数之间无显著差异, $t(50) = 1.43$, $p = 0.26$, Cohen $d = 0.32$。他人最终结果加工阶段, “建议被接受−对方收益”条件下的平均有效叠加试次为 66.73 ± 4.74 个; “建议被接受−对方损失”条件下的平均有效叠加试次为 65.32 ± 5.04 个; “建议被拒绝−对方收益”条件下的平均有效叠加试次为 67.02 ± 5.13 个; “建议被拒绝−对方损失”条件下的平均有效叠加试次为 68.33 ± 4.44 个, 4 种条件下的有效叠加试次数之间无显著差异, $F(3, 147) = 1.27$, $p = 0.362$。

根据研究假设, 本研究主要比较两类 SVO 个体在加工他人对建议的反馈和他人最终结果时诱发的 ERPs 成分(FRN 和 P3)波幅的差异。结合脑地形图和波形图的视觉检测, 根据过往文献以及实验目的, 由于 FRN 成分容易受后面正成分的影响, 因此我们采用峰−峰值(peak-to-peak)分析法对 FRN 进行分析(向玲, 王宝玺, 张庆林, 2012; Gangl, Pfabigan, Lamm, Kirchler, & Hofmann, 2017; Osinsky, Walter, & Hewig, 2014)。FRN 峰−峰值(FRN-P2)计算具体方法为：先在刺激呈现后的 150~280 ms 内找到最正的点作为 P2 的波幅, 之后在刺激后的 280~350 ms 内找最负的点最为 FRN 的波幅。FRN 峰−峰值就是 FRN 波幅减去 P2 波幅的差值, 此外, 若 FRN 峰−峰值不是负数, 则 FRN 波幅值记为 0 μV (Hajcak et al.,

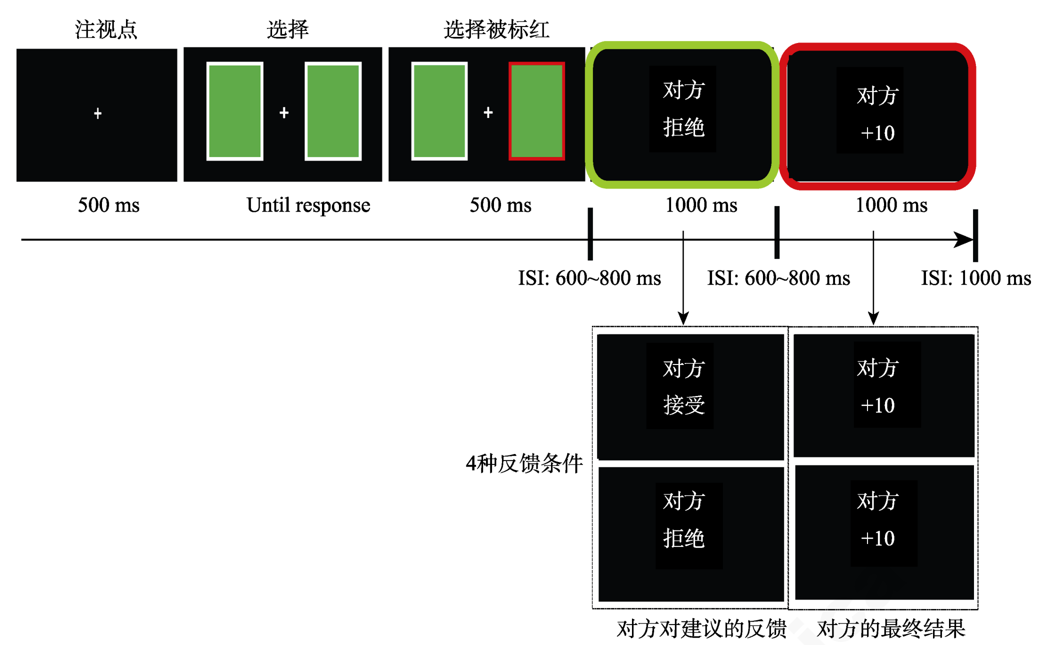


图 2　单个实验试次流程图示
注：绿框表示记录建议反馈加工阶段脑电成分的界面；红框表示记录对方最终结果加工阶段脑电成分的界面

2006)。对于 P3 波幅，同样根据脑地形图及视觉检测，在建议反馈加工阶段，分析的是时间窗 350~500 ms 内的平均波幅，在他人最终结果加工阶段，分析的是时间窗 350~480 ms 内的平均波幅(王益文 等, 2015; Hu et al., 2017; Kwak, Chen, McDonald, & Boutin, 2019; Luck & Gaspelin, 2017; Yang et al., 2018)，不同 ERPs 成分选取分析电极点不同，其中，FRN 峰−峰值的分析电极为 F3, Fz, F4, FC3, FCz, FC4, C3, Cz, C4，对各个点进行取值并平均；P3 的分析电极为 C3, Cz, C4, CP3, CPz, CP4, P3, Pz, P4, PO3, POZ, PO4，对各个点的波幅进行平均。

在建议反馈加工阶段，对 ERPs 成分进行 2 (SVO：亲自我取向、亲社会取向) × 2 (他人对建议的反馈：建议被接受、建议被拒绝)两因素重复测量方差分析；在他人最终结果加工阶段，对 ERPs 成分进行 2 (SVO：亲自我取向、亲社会取向) × 2 (他人对建议的反馈：建议被接受、建议被拒绝) × 2 (他人最终结果效价：收益、损失)三因素重复测量方差分析。所有主效应和交互作用的 *p* 值均采用 Greenhouse-Geisser 法校正，事后配对比较采用 Bonferroni 法校正，数据分析采用 SPSS 22.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA)进行分析。

3　结果

3.1　行为结果

我们对两组被试选牌的反应时进行了独立样本 *t* 检验。结果发现亲自我取向被试($M \pm SD$ = 834.40 ± 196.41 ms)与亲社会取向被试($M \pm SD$ = 733.09 ± 164.74 ms)选择牌的反应时无显著差异，$t(49) = 1.86$, $p = 0.11$, Cohen $d = 0.56$。

3.2　ERP 结果

图 3、图 4 分别显示了他人对建议的反馈(建议被接受 vs. 建议被拒绝)在亲社会取向个体和亲自我取向个体诱发的 FRN 和 P3 波幅、脑地形图以及统计平均值柱状图。

3.2.1　建议反馈加工阶段

FRN

对 FRN 的峰−峰值进行 2 (SVO：亲自我取向、亲社会取向) × 2 (他人对建议的反馈：建议被接受、建议被拒绝)两因素重复测量方差分析，结果发现，SVO 主效应显著，$F(1, 49) = 13.77$, $p = 0.001$, $\eta_p^2 = 0.23$，相比亲自我取向个体($M \pm SD = -1.11 \pm 1.99$ μV)，亲社会取向个体在加工他人对建议的反馈时诱发的波幅更负($M \pm SD = -2.00 \pm 0.97$ μV)；他人对建议的反馈主效应显著，$F(1, 49) = 9.16$, $p = 0.004$, $\eta_p^2 = 0.20$，与建议被接受相比($M \pm SD = -1.10 \pm 1.24$ μV)，建议被拒绝诱发的 FRN 值更负($M \pm SD = -1.99 \pm 1.34$ μV)。

此外，我们还发现 SVO 和他人对建议的反馈二者交互效应显著，$F(1, 49) = 5.89$, $p = 0.019$, $\eta_p^2 = 0.11$。根据过往研究对两因素交互效应分析方法(李红，杨小光，郑文瑜，王超, 2019; Yang et al., 2018)，我们对“建议被拒绝”和“建议被接受”两个条件分别

在亲社会取向个体和亲自我取向个体上诱发的波幅进行进一步简单效应分析发现，对于亲社会取向被试，建议被拒绝诱发的 FRN ($M \pm SD = -2.64 \pm 1.37$ μV)显著负于建议被接受诱发的($M \pm SD = -1.33 \pm 1.40$ μV), $t(25) = 3.43$, $p = 0.002$, Cohen $d = 0.96$；而对于亲自我取向被试，建议被接受和拒绝诱发的 FRN 差异不显著，$t(24) = 0.50$, $p = 0.62$, Cohen $d = 0.15$。

P3

对 P3 的平均波幅也进行两因素重复测量方差分析。结果发现，SVO 主效应显著，$F(1, 49) = 19.74$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.29$，亲社会取向个体加工他人对建议反馈时诱发的 P3 平均波幅($M \pm SD = 5.72 \pm 1.70$ μV)显著大于亲自我取向个体诱发的波幅($M \pm SD = 3.84 \pm 1.61$ μV)；他人对建议的反馈主效应显著，$F(1, 49) = 38.14$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.44$，相比建议被拒绝($M \pm SD = 4.12 \pm 1.52$ μV)，建议被接受的反馈信息诱发的 P3 平均波幅更大($M \pm SD = 5.79 \pm 1.63$ μV)。

同时，我们还发现，SVO 和他人对建议的反馈二者交互效应显著，$F(1, 49) = 20.50$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.30$。进一步简单效应分析发现，对于亲社会取向被试，建议被拒绝诱发的 P3 波幅($M \pm SD = 4.66 \pm 1.50$ μV)显著小于建议被接受诱发的波幅($M \pm SD = 6.78 \pm 1.89$ μV), $t(25) = 6.19$, $p < 0.001$, Cohen $d = 1.23$；而对于亲自我取向被试，建议被接受和拒绝诱发的 P3 波幅差异不显著，$t(24) = 1.71$, $p = 0.10$, Cohen $d = 0.20$。

3.2.2 对方最终结果加工阶段

图 5、图 6 分别显示了他人最终结果反馈在亲社会取向个体和亲自我取向个体诱发的 FRN 和 P3 波幅、脑地形图以及统计平均值柱状图。

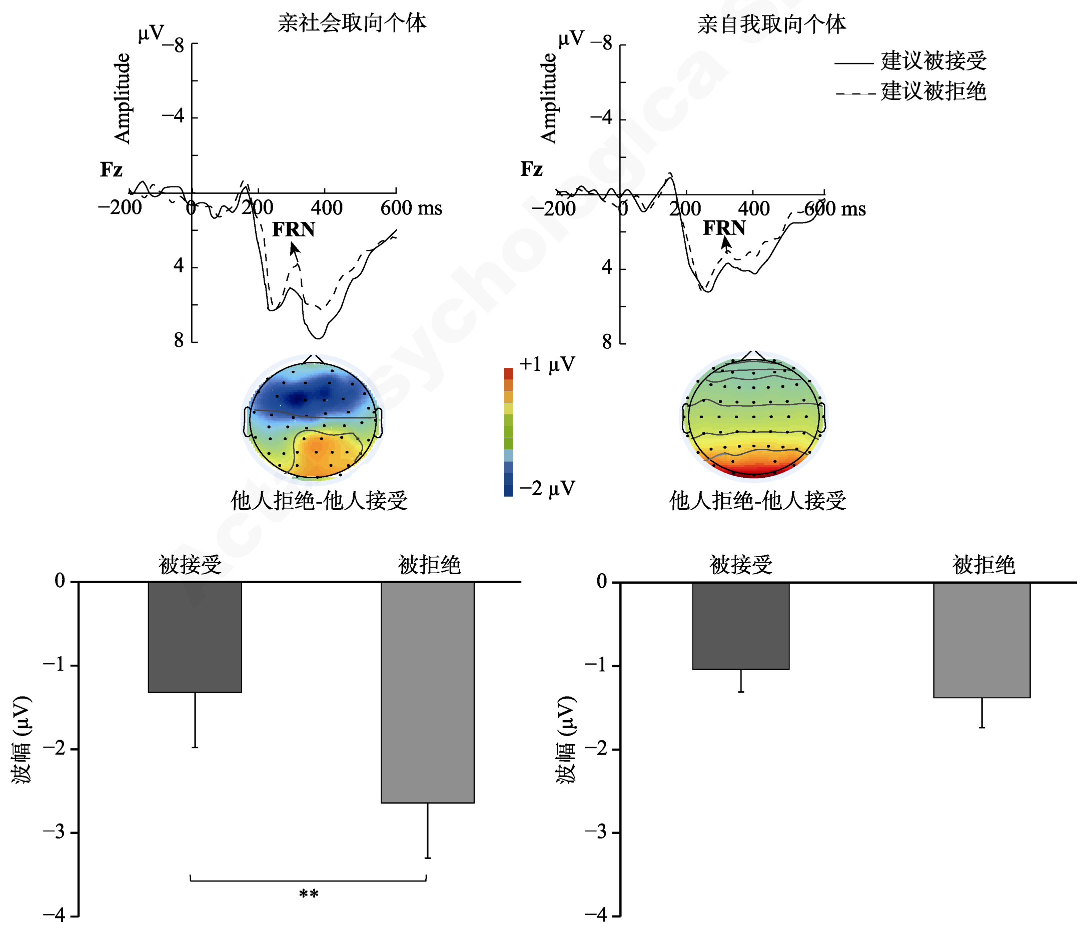


图 3 亲社会取向和亲自我取向两组被试在 Fz 电极点上对方接受建议/拒绝建议诱发的 FRN (时间窗：280~350 ms)[3]的 ERP 总平均图、脑地形图和所有分析点的 FRN 峰−峰平均值柱状图，左边是亲社会取向被试，右边是亲自我取向被试。(*** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$)

[3] 根据 Osinsky 等(2014)研究，采用时间窗 280~350 ms 的 FRN 脑地形图。此外，根据以往研究，对于两水平实验条件诱发的 FRN 波幅，我们报告脑地形图为在该时间窗内的差异波地形图(王益文 等, 2015; Yang et al., 2018; Hu et al., 2017)。

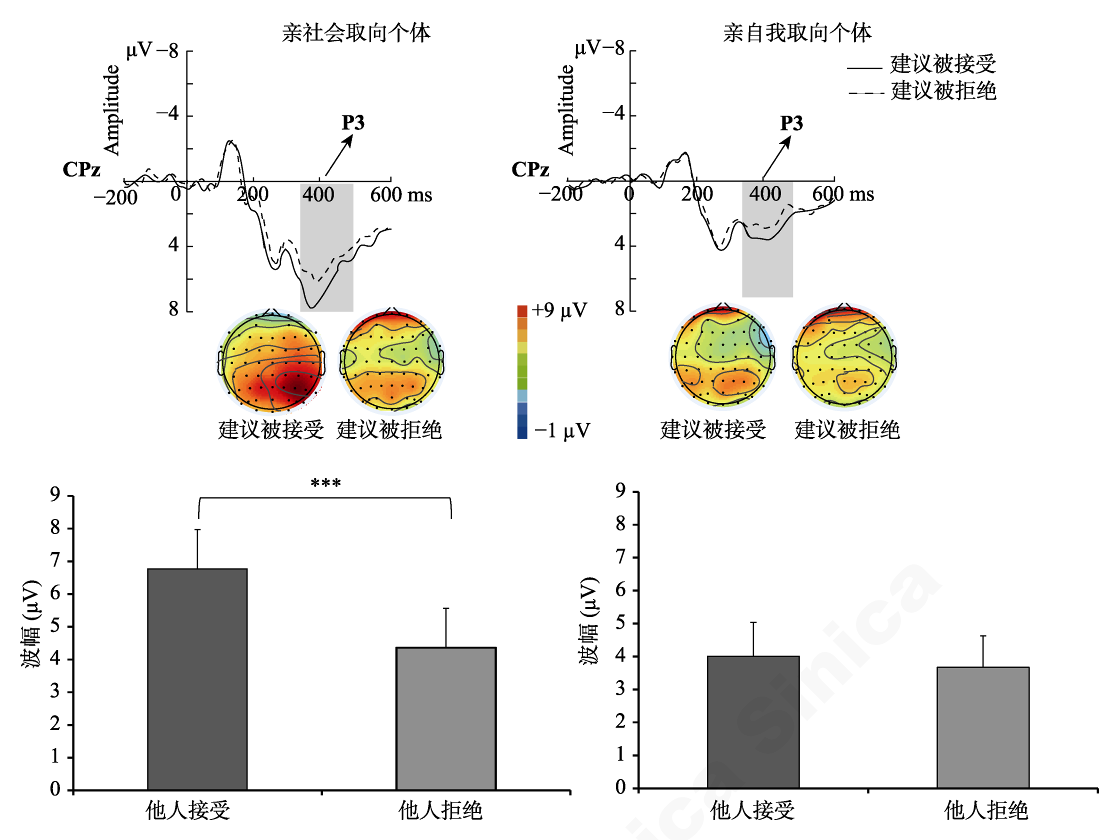


图 4　亲社会取向和亲自我取向两组被试在 CPz 电极点上对方不同反馈的 P3 (时间窗:350~500 ms)的 ERP 总平均图、脑地形图和所有分析点的 P3 波幅平均值柱状图，左边是亲社会取向被试，右边是亲自我取向被试。(*** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$)

FRN

对 FRN 的峰−峰值进行 2 (SVO：亲自我取向、亲社会取向) × 2 (他人对建议的反馈：建议被接受、建议被拒绝) × 2 (他人最终结果效价：收益、损失)三因素重复测量方差分析，结果发现，SVO 主效应显著, $F(1, 49) = 78.65$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.68$：相比亲自我取向个体($M \pm SD = −3.31 \pm 1.39$ μV)，亲社会取向个体在加工反馈信息时诱发的 FRN 波幅更负($M \pm SD = −5.77 \pm 1.90$ μV)；他人结果效价的主效应显著, $F(1, 49) = 18.46$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.27$：与对方收益($M \pm SD = −4.00 \pm 1.50$ μV)相比，他人损失诱发的波幅更负($M \pm SD = −5.11 \pm 1.76$ μV)；他人对建议的反馈主效应不显著，$F(1, 49) = 1.47$, $p = 0.23$, $\eta_p^2 = 0.029$；此外，我们还发现了 SVO 和他人对建议的反馈二者交互效应显著, $F(1, 49) = 9.53$, $p = 0.003$, $\eta_p^2 = 0.16$；他人对建议的反馈和他人结果效价的交互效应也显著，$F(1, 49) = 4.14$, $p = 0.046$, $\eta_p^2 = 0.10$。

更为重要的是，结果分析发现了 SVO × 他人对建议的反馈 × 他人结果效价三者的交互效应显著, $F(1, 49) = 4.14$, $p = 0.047$, $\eta_p^2 = 0.10$。根据过往研究对三因素交互效应分析方法(Yang et al., 2018)，并且个体在建议被接受和拒绝两种条件下产生的对社会奖赏的加工可能存在差异，我们分别对“建议被接受”和“建议被拒绝”两种条件下的 SVO 与他人结果效价交互效应进行分析，结果发现，在建议被接受条件下，SVO 与他人结果效价交互效应不显著, $F(1, 49) = 0.18$, $p = 0.59$；在建议被拒绝的条件下，SVO 与他人结果效价交互效应显著, $F(1, 49) = 6.88$, $p = 0.012$, $\eta_p^2 = 0.23$：即对于亲社会取向个体，建议被拒绝后，相比他人收益($M \pm SD = −5.53 \pm 1.69$ μV)，他人损失诱发的FRN波幅更大($M \pm SD = −7.05 \pm 2.42$ μV), $t(25) = 2.24$, $p = 0.034$, Cohen $d = 1.20$；但对于亲自我取向个体，建议被拒绝后，他人收益和损失结果诱发的 FRN 波幅差异不显著, $t(24) = 1.61$, $p = 0.12$, Cohen $d = 0.41$。

P3

同样地，我们对 P3 的平均波幅进行三因素重复测量方差分析。结果发现，他人对建议的反馈主效应显著, $F(1, 49) = 3.91$, $p = 0.049$, $\eta_p^2 = 0.14$：相比建议被拒绝($M \pm SD = 2.70 \pm 1.95$ μV)，建议被接受诱发的 P3 平均波幅更大($M \pm SD = 3.22 \pm 1.70$ μV)；

他人结果效价的主效应显著, $F(1, 49) = 4.87$, $p = 0.032$, $\eta_p^2 = 0.17$：与对方损失($M \pm SD = 2.73 \pm 1.62$ μV)相比, 他人收益诱发的 P3 平均波幅更大($M \pm SD = 3.22 \pm 2.31$ μV); SVO 主效应不显著, $F(1, 49) = 0.85$, $p = 0.36$; 此外, 我们还发现, SVO 和他人对建议的反馈二者交互效应显著, $F(1, 49) = 6.51$, $p = 0.014$, $\eta_p^2 = 0.21$; SVO 和他人结果效价二者交互效应显著, $F(1, 49) = 10.99$, $p = 0.002$, $\eta_p^2 = 0.23$。

SVO × 他人对建议的反馈 × 他人结果效价三者的交互效应显著, $F(1, 49) = 9.14$, $p = 0.004$, $\eta_p^2 = 0.27$。与 FRN 的分析方法相同, 我们同样分别对“建议被接受”和“建议被拒绝”两种条件下的 SVO 与他人结果效价交互效应进行分析, 在“建议被接受”条件下, SVO 与他人结果效价交互效应不显著, $F(1, 49) = 0.26$, $p = 0.82$; 在“建议被拒绝”条件下, SVO 与对方结果效价交互效应显著, $F(1, 49) = 13.67$, $p = 0.001$, $\eta_p^2 = 0.29$：对于亲社会取向被试, 建议被拒绝后, 他人收益诱发的 P3 波幅($M \pm SD = 4.03 \pm 3.24$ μV)显著大于他人损失诱发的波幅($M \pm SD = 2.45 \pm 1.79$ μV), $t(25) = 2.24$, $p = 0.034$, Cohen $d = 0.69$; 相反, 对于亲自我取向被试, 当建议被拒绝后, 他人收益诱发的平均波幅($M \pm SD = 1.55 \pm 1.47$ μV)显著小于他人损失诱发的波幅($M \pm SD = 2.77 \pm 1.54$ μV), $t(24) = -5.05$, $p < 0.001$, Cohen $d = 0.80$。

4 讨论与结论

本研究采用 ERP 技术探究不同 SVO 个体(亲社会取向个体和亲自我取向个体) 加工自我社会奖赏的特点。结果发现, SVO 调节个体对涉及自我社会奖赏(包含社会接纳和自我成就感)的结果评价加工过程, 具体反映在早期快速、粗糙加工阶段(以

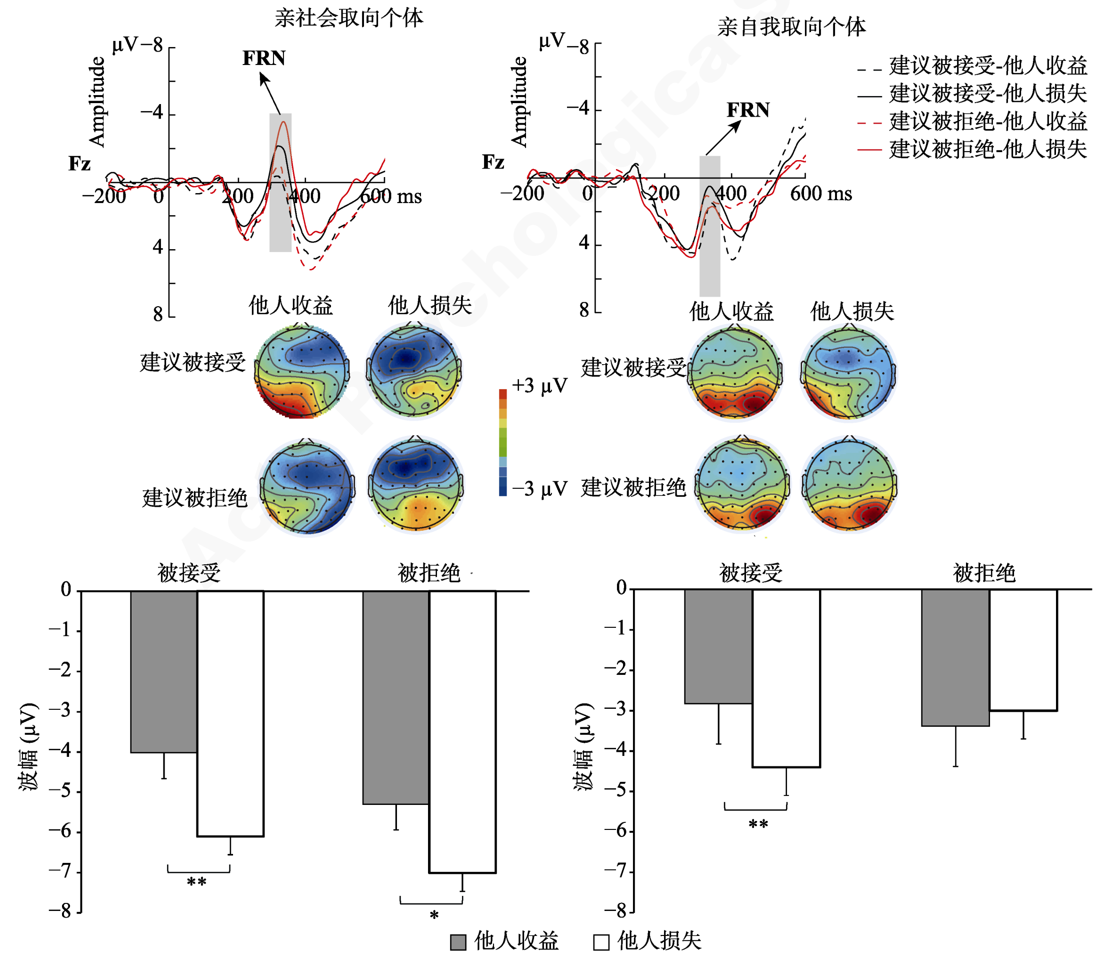


图 5 亲社会取向和亲自我取向两组被试在 Fz 电极点上不同结果反馈的 FRN (时间窗：280~350 ms)[4]的 ERP 总平均图、脑地形图和所有分析点的 FRN 峰−峰平均值柱状图, 左边是亲社会取向被试, 右边是亲自我取向被试。(*** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$)

[4] 同图 3, 根据 Osinsky 等(2014)研究, 采用时间窗 280~350 ms 的 FRN 脑地形图。

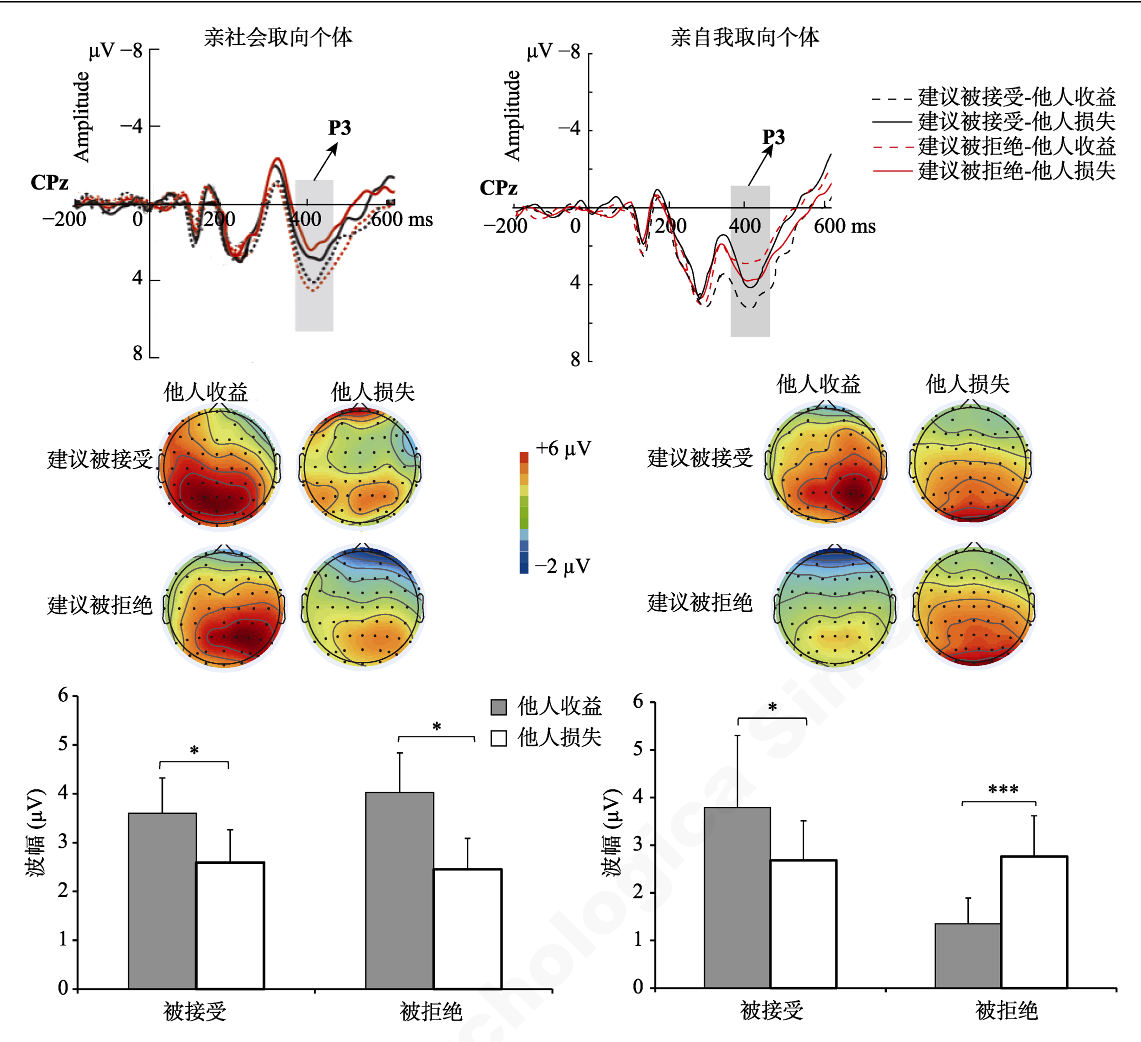


图 6　亲社会取向和亲自我取向两组被试在 CPz 电极点上不同结果反馈的 P3 (时间窗: 350~480 ms)的 ERP 总平均图、脑地形图和所有分析点的 P3 波幅平均值柱状图, 左边是亲社会取向被试, 右边是亲自我取向被试。(*** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$)

FRN 为指标)和晚期精细加工阶段(以 P3 为指标)上。

4.1　建议反馈加工阶段

建议反馈加工阶段涉及社会奖赏的一个重要形式——社会接纳。本研究发现, 在建议反馈加工早期阶段, 亲社会取向个体对建议被拒绝或者被接受更为敏感; 反之, 亲自我取向个体对建议被他人接受或者拒绝不敏感, 这与我们的假设是一致的。此外, 我们还发现, 对于亲社会取向个体, 当建议被拒绝的时候, 诱发的 FRN 显著更负, 这与过去研究发现也是一致的。研究表明, 当个体得到的反馈信息违背预期时, 诱发的 FRN 波幅会更趋于负走向(Pfabigan, Alexopoulos, Bauer, Lamm & Sailer, 2011)。戚艳艳等(2017)指出, 不同社会价值取向的个体对他人的行为预期是存在差异的, 亲社会取向个体通常认为他人具有亲社会动机, 对他人有亲社会行为的预期, 社会接纳与亲社会行为动机相关(MacKenzie, & Baumeister, 2019), 因此他们会预测"最后决定者"倾向于接纳自己的建议, 而相反, 亲自我取向个体认为他人也有亲自我的动机, 对他人没有亲社会行为的预期。所以对于亲社会取向个体, 当对方选择拒绝自己的建议的时候, 就违背了他们对他人亲社会行为的期待, 从而诱发的 FRN 会更趋于负走向。

在加工的晚期阶段, 对于亲社会取向个体, 建议被接受和拒绝诱发的 P3 波幅差异显著, 而对于亲自我取向个体, 建议被对方接受和拒绝诱发的 P3 波幅没有显著差异。P3 波幅反映了个体对反馈刺激心理意义的加工, 当刺激对于个体的心理意义越大时, 就会获得更多认知资源对其进行精细加工(Olofsson, Nordin, Sequeira, & Polich, 2008)。从结果可以看出, 亲社会取向个体在加工"建议被他人接受"和"建议被他人拒绝"诱发的 P3 波幅存在显著差异, 这得到了过去研究结果的支持。以往研究证实, 与亲自我取向个体相比, 亲社会取向个体对来

自他人的亲社会相关反馈信息(如，对方选择合作或者进攻；对方选择接纳或者排斥)更为重视(van Den, van Dijk, Westenberg, Rombouts, & Crone, 2009, Wang et al., 2017)。本研究中，他人对建议的反馈信息(对方接受建议或者拒绝建议)对亲社会取向个体来说，有更强的心理意义，会吸引更多的认知资源对其进行进一步精细加工，继而引起 P3 波幅的显著差异。此外，“对方接受建议”能够使得被试体验到社会接纳这种社会奖赏，属于一种积极反馈，会吸引更多注意资源，从而诱发了更大的 P3 波幅(Yeung et al., 2005)。

总之，两种不同类型的 SVO 在加工他人对建议的反馈时存在差异，相比亲社会取向个体，亲自我取向个体不论在早期和晚期加工阶段对他人接受或者拒绝建议相对不敏感，即对社会接纳这种社会奖赏形式不敏感。

4.2 他人最终结果加工阶段

他人最终结果加工阶段涉及社会奖赏的另一个重要形式——自我成就感。结果发现，在他人最终结果加工的早期阶段，SVO、他人对建议的反馈和他人结果效价三者存在交互效应，具体表现为：对于亲社会取向被试，无论自己的建议被他人拒绝还是被接受，他人损失总会诱发更负的波幅；而对于亲自我取向被试，当自己的建议被接受后，他人损失诱发的波幅更负于他人收益诱发的波幅。过去研究指出，在双方选择一致的时候，FRN 波幅受自我结果和他人结果的影响(付艺蕾 等，2017; Marco-Pallarés, Krämer, Strehl, Schröder, & Münte, 2010)，付艺蕾等(2017)研究发现，当对方的选择与自己一致时，个体将他人纳入“集体自我”的表征范畴，不再视其为与自我无关的陌生人，进而提高了他人在自我表征中的动机等级性。FRN 的情绪动机理论认为，个体对他人结果越关注，动机性越强，就会产生显著的 FRN 效应(Li et al., 2010)。本研究中，“建议被接受”代表他人选择了与自我一致的选项，因此对于两组被试，都存在显著的 FRN 效应。“自己建议被接受-对方收益”是一种积极反馈信息，而“自己建议被接受-对方损失”代表自己的建议是错误的，意味着双方都没有得到奖赏，属于消极反馈信息。大量研究表明，相比积极反馈，消极反馈结果诱发的 FRN 波幅更负(Gu et al., 2011; Holroyd, Hajcak, & Larsen, 2006; Wang et al., 2017)，所以无论是亲社会取向个体还是亲自我取向个体，相比“自己建议被接受-对方收益”，“自己建议被接受-对方损失”都诱发了更强的 FRN 波幅。而在“自己的建议被拒绝”条件下，不同 SVO 个体表现出了差异：对于亲社会取向被试，“对方损失”诱发的波幅更负，而对于亲自我取向被试，“对方损失”和“对方收益”诱发的波幅无显著差异，这个结果虽然与之前研究假设不一致，但也得到了之前研究结果的支持，Qi 等(2018)近期研究发现，在金钱奖赏相关任务中，当亲自我取向个体首先得到关于“自我”的负面反馈信息后(例如，自己在赌博游戏中输钱)，就不再关注对方结果的效价，这是因为亲自我取向个体行为动机是追求自我利益最大化，当得到自我负面信息后，也不再分配注意资源对有关他人的信息进行进一步加工，因此他人结果效价差异未体现在 FRN 波幅上；而亲社会取向个体对他人结果的关注是出于一种本能动机，因为他们追求的是双方都获得利益，会进一步表现出对双方最终结果的关注。该研究结果与我们的发现类似，同样地，“自己提出建议被拒绝”信息在本研究对亲自我取向个体是一种关于“自我”的负面信息(Peng et al., 2019; Rabinovitz & Nagar, 2017)，因而对与他人有关的结果不再关注，所以对方损失和收益诱发的 FRN 波幅无显著差异；而对于亲社会取向个体来说，即使自己建议被拒绝，也会继续将注意资源分配给之后的有关他人结果的加工，所以在 FRN 上会表现出差异。除了这一可能性，还有一种原因可能会引起该差异：Wang 等(2017)研究发现，相比亲自我取向个体，亲社会取向个体不仅表现出对他人亲社会行为(如，合作或信任)的敏感，同时对他人的非亲社会行为(如，攻击或者背叛行为)也敏感，从而吸引了更多的注意资源。研究表明，较多注意资源的分配会加强个体对后续结果效价的加工，增大 FRN 效应(Wei et al., 2015)，因此当亲社会取向个体得到对方的非亲社会行为反馈(建议被对方拒绝)后，相比亲自我取向个体，会分配更多注意资源对对方结果进行进一步加工，因而产生显著的 FRN 效应。更进一步地，我们发现当亲社会取向个体对他人结果做进一步加工时，“他人损失”诱发的 FRN 波幅更负，这可能是因为 FRN 反映了大脑早期对反馈的快速加工，是对当前界面的反馈刺激效价的简单判断(Gu et al., 2011)，因此当看到“对方 −10”的负性刺激，诱发了更负的波幅。

在加工晚期阶段，与我们假设一致，无论是亲社会取向被试还是亲自我取向被试，当自己的建议被接受后，对方收益诱发的 P3 波幅更大。有研究

指出, P3 反映了个体对反馈信息的全面综合的精细加工(Gu et al., 2011)。当前研究中, 对于亲社会取向个体和亲自我取向个体, 自己的建议使得对方收益代表自我和他人都获得了奖赏, 属于一种积极反馈, 所以诱发的 P3 波幅更大。值得注意的是, 当亲社会取向被试提出的建议被对方拒绝后, 对方损失的结果反馈诱发了更小的 P3 波幅; 而当亲自我取向被试的建议被对方拒绝后, 对方损失诱发的 P3 平均波幅大于对方收益诱发的波幅。由此看出, 对于亲社会取向被试, 无论自己的建议被接受或者被拒绝, 对方收益的结果总能诱发更大的 P3 波幅, 可见对于他们来说, 他人收益反馈是一种积极结果, 这一结果虽然与研究假设存在差异, 但也得到了过去研究结果的支持, 过往研究显示, 亲社会取向个体具有较强的“心理理论” (theory of mind, ToM)能力和利他动机(张振, 张帆, 黄亮, 袁博, 王益文, 2014; Derk, van Scheppingen, Lee, & Krabbendam, 2015), 所以在结果评价过程中可能会以他人的角度去评估(Declerck & Bogaert, 2008), 同时将他人利益看得比自我利益更重要(Crockett, Zeb, Siegel, Peter, & Dolan, 2014), 因此他人收益于亲社会取向个体是一种积极结果, 从而相比他人损失诱发了较大的 P3 波幅。反之, 亲自我取向个体 ToM 能力较弱, 较少会以他人的角度去看待结果, 追求的是获得自我利益(戚艳艳 等, 2017; Hu et al., 2017), 对于他们来说, “建议被拒绝-对方损失”代表自己的建议是正确的, 获得了自我成就感, 于他们而言属于一种得到奖赏的积极反馈, 从而诱发的 P3 波幅更大。

总的来说, 本研究利用 ERPs 技术, 从大脑加工时间进程角度, 以 FRN 和 P3 两个 ERP 成分为指标, 考察了亲社会取向个体和亲自我取向个体对自我社会奖赏的加工特点。结果表明, SVO 调节个体对涉及自我社会奖赏的结果评价加工的早期工阶段(以 FRN 为指标)和晚期加工阶段(以 P3 为指标): 在建议反馈加工的早期和晚期阶段, FRN 和 P3 成分表明相比亲自我取向个体, 亲社会取向个体对与社会接纳相关的社会奖赏更敏感; 在他人最终结果加工的早期和晚期阶段, FRN 和 P3 成分表明亲自我取向个体和亲社会取向个体对涉及自我成就感的结果评价加工存在差异。

参　考　文　献

Baumeister, R. F., Leary, M. R. (1995). The need to belong: Desire for interpersonal attachments as a fundamental human motivation. *Psychological Bulletin, 117*(3), 497–529.

Bieleke, M., Gollwitzer, P. M., Oettingen, G., & Fischbacher, U. (2016). Social value orientation moderates the effects of intuition versus reflection on responses to unfair ultimatum offers. *Journal of Behavioral Decision Making, 30*(2), 569–581.

Crockett, M. J., Zeb, K. N., Siegel, J. Z., Peter, D., & Dolan, R. J. (2014). Harm to others outweighs harm to self in moral decision making. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 111*(48), 17320–17325.

Declerck, C. H., & Bogaert, S. (2008). Social value orientation: Related to empathy and the ability to read the mind in the eyes. *Journal of Social Psychology, 148*(6), 711–726.

Delorme, A., & Makeig, S. (2004). EEGLAB: An open source toolbox for analysis of single-trial EEG dynamics including independent component analysis. *Journal of Neuroscience Methods, 134*(1), 9–21.

Derk, J., van Scheppingen, M. A., Lee, N. C., & Krabbendam, L. (2015). Trust and mindreading in adolescents: The moderating role of social value orientation. *Frontiers in Psychology, 6*, 965.

Distefano, A., Jackson, F., Levinson, A. R., Infantolino, Z. P., Jarcho, J. M., & Nelson, B. D. (2018). A comparison of the electrocortical response to monetary and social reward. *Social Cognitive and Affective Neuroscience, 13*(3), 247–255.

Ernst, M., & Paulus, M. P. (2005). Neurobiology of decision making: A selective review from a neurocognitive and clinical perspective. *Biological Psychiatry, 58*(8), 597–604.

Falco, A., Albinet, C., Rattat, A. C., Paul, I., & Fabre, E. (2019). Being the chosen one: Social inclusion modulates decisions in the ultimatum game. An ERP study. *Social Cognitive and Affective Neuroscience, 14*(2), 141–149.

Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A. G., & Buchner, A. (2007). G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods, 39*(2), 175–191.

Fu, Y. L., Luo, Y. J., & Cui, F. (2017). Consistency of choice modulates outcome evaluation: Evidence from ERP studies. *Acta Psychologica Sinica, 49*(8), 1089–1099.

[付艺蕾, 罗跃嘉, 崔芳. (2017). 选择一致性影响结果评价的 ERP 研究. *心理学报, 49*(8), 1089–1099.]

Gangl, K., Pfabigan, D. M., Lamm, C., Kirchler, E., & Hofmann, E. (2017). Coercive and legitimate authority impact tax honesty: Evidence from behavioral and ERP experiments. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, *12*(7), 1108–1117.

Glazer, J. E., Kelley, N. J., Pornpattananangkul, N., Mittal, V. A., & Nusslock, R. (2018). Beyond the FRN: Broadening the time-course of EEG and ERP components implicated in reward processing. *International Journal of Psychophysiology, 132* (B), 184–202.

Gu, R., Huang, W., Camilleri, J., Xu, P., Wei, P., Eickhoff, S. B., & Feng, C. (2019). Love is analogous to money in human brain: Coordinate-based and functional connectivity meta-analyses of social and monetary reward anticipation. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews, 100*, 108–128.

Gu, R., Lei, Z., Broster, L., Wu, T., Jiang, Y., & Luo, Y. J. (2011). Beyond valence and magnitude: A flexible evaluative coding system in the brain. *Neuropsychologia, 49*(14), 3891–3897.

Hajcak, G., Moser, J. S., Holroyd, C. B., & Simons, R. F. (2006). The feedback-related negativity reflects the binary evaluation of good versus bad outcomes. *Biological*

Psychology, 71(2), 148–154.
Haruno, M., & Frith, C. D. (2010). Activity in the amygdala elicited by unfair divisions predicts social value orientation. *Nature Neuroscience, 13*(2), 160–161.
Hauser, T. U., Iannaccone, R., Stämpfli, P., Drechsler, R., Brandeis, D., Walitza, S., & Brem, S. (2014). The feedback-related negativity (FRN) revisited: New insights into the localization, meaning and network organization. *Neuroimage, 84*(1), 159–168.
Häusler, A. N., Becker, B., Bartling, M., & Weber, B. (2015). Goal or gold: Overlapping reward processes in soccer players upon scoring and winning money. *Plos One, 10*(4), e0122798.
He, L. Z., Bian, R., & Che, H. S. (2013). The effects of the social value orientation and feedback formats on decision behavior in the Dynamic public goods dilemma. *Journal of Psychological Science, 36* (2), 446–452.
[何力舟，卞冉，车宏生. (2013). 社会价值取向和反馈方式对公共物品困境中决策行为的影响. *心理科学, 36*(2), 446–452.]
Hilbig, B. E., Glöckner, A., & Zettler, I. (2014). Personality and prosocial behavior: Linking basic traits and social value orientations. *Journal of Personality and Social Psychology, 107*(3), 529–539.
Holroyd, C. B., Hajcak, G. & Larsen, J. T. (2006). The good, the bad and the neutral: Electrophysiological responses to feedback stimuli. *Brain Research, 1105*(1), 93–101.
Hu, X., Xu, Z., & Mai, X. (2017). Social value orientation modulates the processing of outcome evaluation involving others. *Social Cognitive and Affective Neuroscience, 12*(11), 1730–1739.
Izuma, K. (2012). The social neuroscience of reputation. *Neuroscience Research, 72*(4), 283–288.
Izuma, K., Matsumoto, K., Camerer, C. F., & Adolphs, R. (2011). Insensitivity to social reputation in autism. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 71*(42), 17302–17307.
Izuma, K., Saito, D. N., & Sadato, N. (2008). Processing of social and monetary rewards in the human striatum. *Neuron, 58*(2), 284–294.
Izuma, K., Saito, D. N., & Sadato, N. (2010). The roles of the medial prefrontal cortex and striatum in reputation processing. *Social Neuroscience, 5*(2), 133–147.
Izuma, K., Saito, D. N., & Sadato, N. (2010). Processing of the incentive for social approval in the ventral striatum during charitable donation. *Journal Cognitive Neurosciece, 22*(4), 621–631.
Kwak, Y., Chen, X. J., McDonald, K., & Boutin, B. (2019). Money for me and money for friend: An ERP study of social reward processing in adolescents and adults. *Social Neuroscience, 15*(1), 83–97.
Leong, Y. C., & Zaki, J. (2018). Unrealistic optimism in advice taking: A computational account. *Journal of Experimental Psychology General, 147*(2), 170–189.
Li, D. Y., Li, P., & Li, H. (2018). The updated theories of feedback-related negativity in the last decade. *Advances in Psychological Science, 26*(9), 1642–1650.
[李丹阳，李鹏，李红. (2018). 反馈负波及其近 10 年理论解释. *心理科学进展, 26*(9), 1642–1650.]
Li, H., Yang, X., G., Zheng, W., Y., & Wang, C. (2019). Emotional regulation goals of young adults with depression inclination: An event-related potential study. *Acta Psychologica Sinica, 51*(6), 637–647.
[李红，杨小光，郑文瑜，王超. (2019). 抑郁倾向对个体情绪调节目标的影响——来自事件相关电位的证据. *心理学报, 51*(6), 637–647.]
Li, J., Zhan, Y., Fan, W., Liu, L., Li, M., Sun, Y., & Zhong, Y. (2018). Sociality mental modes modulate the processing of advice-giving: An Event-Related Potentials study. *Frontiers in Psychology, 9,* 42. doi: 10.3389/fpsyg.2018.00042
Li, P., Jia, S., Feng, T., Liu, Q., Suo, T., & Li, H. (2010). The influence of the diffusion of responsibility effect on outcome evaluations: Electrophysiological evidence from an ERP study. *Neuroimage, 52*(4), 1727–1733.
Luck, S., & Gaspelin, N. (2017). How to get statistically significant effects in any ERP experiment (and why you shouldn't). *Psychophysiology, 54*(1), 146–157.
MacKenzie, M. J., & Baumeister, R. F. (2019). Motivated gratitude and the need to belong: Social exclusion increases gratitude for people low in trait entitlement. *Motivation and Emotion, 43*(3), 412–433.
Marco-Pallarés, J., Krämer, U. M., Strehl, S., Schröder, A., & Münte, T. F. (2010). When decisions of others matter to me: An electrophysiological analysis. *BMC Neuroscience, 11*(1), 86.
Mei, S., Yi, W., Zhou, S., Liu, X., & Zheng, Y. (2018). Contextual valence modulates the effect of choice on incentive processing. *Social Cognitive and Affective Neuroscience, 13*(12), 1249–1258.
Mobbs, D., Hagan, C. C., Yu, R., Takahashi, H., Feldmanhall, O., Calder, A. J., & Dalgleish, T. (2015). Reflected glory and failure: The role of the medial prefrontal cortex and ventral striatum in self vs other relevance during advice-giving outcomes. *Social Cognitive and Affective Neuroscience, 10*(10), 1323–1328.
Nieuwenhuis, S., Aston-Jones, G., & Cohen, J. D. (2005). Decision making, the P3, and the locus coeruleus-norepinephrine system. *Psychological Bulletin, 131*(4), 510–532.
Olofsson, J. K., Nordin, S., Sequeira, H., & Polich, J. (2008). Affective picture processing: An integrative review of ERP findings. *Biological Psychology, 77*(3), 247–265.
Osinsky, R., Walter, H., & Hewig, J. (2014). What is and what could have been: An ERP study on counterfactual comparisons. *Psychophysiology, 51*(8), 773–781.
Pfabigan, D. M., Alexopoulos, J., Bauer, H., Lamm, C., & Sailer, U. (2011). All about the money -- External performance monitoring is affected by monetary, but not by socially conveyed feedback cues in more antisocial individuals. *Frontiers in Human Neuroscience, 5*(4), 100.
Plöchl, M., Ossandón, J. P., & König, P. (2012). Combining EEG and eye tracking: Identification, characterization, and correction of eye movement artifacts in electroencephalographic data. *Frontiers in Human Neuroscience, 6*(5), 278.
Polich, J. (2007). Updating P300: An integrative theory of P3a and P3b. *Clinical Neurophysiology, 118*(10), 2128–2148.
Pornpattananangkul, N., Nadig, A., Heidinger, S., Walden, K., & Nusslock, R. (2017). Elevated outcome-anticipation and outcome-evaluation ERPs associated with a greater preference for larger-but-delayed rewards. *Cognitive Affective and Behavioral Neuroscience, 17*(3), 625–641.
Qi, Y., Wu, H., Raiha, S., & Liu, X (2018). Social value orientation modulates context-based social comparison preference in the outcome evaluation: An ERP study. *Neuropsychologia, 112,* 135–144.
Qi, Y. Y., Wu, H. Y., & Liu, X. (2017). The influences of social value orientation on prosocial behaviors: The evidences from behavioral and neuroimaging studies. *Chinese Science Bulletin, 62*(11), 52–60.
[戚艳艳，伍海燕，刘勋. (2017). 社会价值取向对亲社会行为的影响：来自行为和神经影像学的证据. *科学通报,*

62(11), 52–60.]
Rabinovitz, S., & Nagar, M. (2017). *Effects of social exclusion and losing a bet on economic decision making in social gamblers*. International Conference on Behavioral Addictions.
Somerville, L. H., Heatherton, T. F., & Kelley, W. M. (2006). Anterior cingulate cortex responds differentially to expectancy violation and social rejection. *Nature Neuroscience, 9*, 1007–1008.
van Den. B. W., van Dijk, E., Westenberg, M., Rombouts, S. A. R. B., & Crone, E. A.. (2009). What motivates repayment? neural correlates of reciprocity in the trust game. *Social Cognitive and Affective Neuroscience, 4*(3), 294–304.
van Lange, P. A. M., Otten, W., de Bruin, E. N. M., & Joireman, J. A. (1997). Development of prosocial, individualistic, and competitive orientations: Theory and preliminary evidence. *Journal of Personality Social Psychology, 73*(4), 733–746.
Wang, Y., Kuhlman, D. M., Roberts, K., Yuan, B., Zhang, Z., Zhang, W., & Simons, R. F. (2017). Social value orientation modulates the FRN and P300 in the Chicken Game. *Biological Psychology, 127*, 89–98.
Wang, Y. W., Zhang, Z., Yuan, S., Guo, F. B., & Jing, Y. M. (2015). The decision-making and outcome evaluation during a repeated trust game. *Acta Psychologica Sinica, 47*(8), 1028–1038.
[王益文, 张振, 原胜, 郭丰波, 何少颖, 敬一鸣. (2015). 重复信任博弈的决策过程与结果评价. *心理学报, 47*(8), 1028–1038.]
Wei, P., Wang, D., & Ji, L. (2015). Reward expectation regulates brain responses to task-relevant and task-irrelevant emotional words: ERP evidence. *Social Cognitive and Affective Neuroscience, 11*(2), 191–203.
Wischnewski, M., Bekkering, H., & Schutter, D. J. L. G. (2018). Frontal cortex electrophysiology in reward- and punishment-related feedback processing during advice-guided decision making: An interleaved EEG-DC stimulation study. *Cognitive Affective and Behavioral Neuroscience, 18*(2), 249–262.
Wu, Y., Zhang, D., Eleson, B., & Zhou, X. (2012). Brain potentials in outcome evaluation: When social comparison takes effect. *International Journal of Psychophysiology, 85*(2), 145–152.
Xiang, L., Wang, B. X., & Zhang, Q. L. (2012). Performance monitoring and behavioral adjustments in a time-estimation task: Evidence from ERP study. *Acta Psychologica Sinica, 44*(9), 1149–1159.
[向玲, 王宝玺, 张庆林. (2012). 时间估计任务中的反馈加工和行为调节：来自 ERP 的证据. *心理学报, 44*(9), 1149–1159.]
Yang, Z., Sedikides, C., Gu, R., Luo, Y. L. L., Wang, Y., & Cai, H. (2018). Narcissism and risky decisions: A Neurophysiological Approach. *Social Cognitive and Affective Neuroscience, 13*(8), 889–897.
Yeung, N., Holroyd, C. B., & Cohen, J. D. (2005). ERP correlates of feedback and reward processing in the presence and absence of response choice. *Cerebral Cortex, 15*(5), 535–544.
Yuan, B., Zhang, Z., Shen, Y. L., Huang, L., Li, Y., & Wang, Y. W. (2014). Value orientation and social distance influenced cooperation and aggression in decision-making: Evidences from chicken game. *Journal of Psychological Science. 37*(4), 962–967.
[袁博, 张振, 沈英伦, 黄亮, 李颖, 王益文. (2014). 价值取向与社会距离影响博弈决策的合作与冲突行为：Chicken Game 的证据. *心理科学, 37*(4), 962–967.]
Zhang, Z., Zhang, F., Huang, L., Yuan, B., & Wang, Y. W. (2014). Theories and measurement methods of social value orientation related to decision making. *Advances in Psychological Science, 22*(1), 48–56.
[张振, 张帆, 黄亮, 袁博, 王益文. (2014). 决策中社会价值取向的理论与测评方法. *心理科学进展, 22*(1), 48–56.]
Zhang, Z., Zhang, F., Yuan, S., Guo, F. B., & Wang, Y. W. (2015). Psychometric analysis of the SVO slider measure in Chinese cultural context. *Studies of Psychology & Behavior. 13*(3), 404–409.
[张振, 张帆, 原胜, 郭丰波, 王益文. (2015). 社会价值取向滑块测验中文版的测量学分析. *心理与行为研究, 13*(3), 404–409.]
Zheng, Y., Li, Q., Zhang, Y., Li, Q., Shen, H., Gao, Q., & Zhou, S. (2017). Reward processing in gain versus loss context: An ERP study. *Psychophysiology, 54*(7), 1040–1053.
Zhong, Y. P., Wu, Y., & Fan, W. (2018). The effects of reward and self processing on memory. *Journal of Psychological Science, 41*(2), 258–263.
[钟毅平, 吴云, 范伟. (2018). 奖赏与自我加工对记忆的影响. *心理科学, 41*(2), 258–263.]
Zhou, Z., Yu, R., & Zhou, X. (2010). To do or not to do? Action enlarges the FRN and P300 effects in outcome evaluation. *Neuropsychologia, 48*(12), 3606–3613.
Zhu, R., Feng, C., Zhang, S., Mai, X., & Liu, C. (2018). Differentiating guilt and shame in an interpersonal context with univariate activation and multivariate pattern analyses. *Neuroimage, 186*, 476–486.
Zhu, R., Wu, H., Xu, Z., Tang, H., Shen, X., Mai, X., & Liu, C. (2017). Early distinction between shame and guilt processing in an interpersonal context. *Social Neuroscience, 14*(1), 1–14.

Social value orientation modulates the processing of social rewards for self: Evidence from ERPs study

LI Jin[1,2]; SUN Yu[1,2]; YANG Zilu[3]; ZHONG Yiping[1,2]

([1] *Department of Psychology, Hunan Normal University, Changsha* 410081, *China*)

([2] *Cognition and Human Behavior Key Laboratory of Hunan Province, Changsha* 410081, *China*)

([3] *Department of Applied Psychology, Hunan Agricultural University, Changsha* 410081, *China*)

Abstract

Social value orientation (SVO) is a relatively stable personality trait that reflects how the individual evaluate

interdependent outcomes for oneself and the other in human social environments. Previous studies showed that people could be classified into proselfs and prosocials by assessing the Triple-Dominance Measure. Emerging studies have demonstrated that SVO is a personality trait that is closely associated with the processing of rewards allocation. Outcome evaluation is closely associated with the reward processing. Past research always focused on the modulation of SVO on the outcomes evaluation involving the monetary rewards. However, relatively little is known about how the SVO modulates the processing of outcome evaluation involving the social rewards for self.

In the present study, we adopted the Event-related potentials (ERPs) technology to examine the temporal processing of the influence of SVO on the processing of the social reward for self. In particular, we focused on two types of social reward in this study, i.e., the “social acceptance” and “reflected glory”. Advice-giving is a typical or common way for individuals to gain the social acceptance and reflected glory. Evaluating outcomes of advice involves with these two kinds of social rewards. Specifically, if individuals' advice is accepted, they may feel that they have garnered the "social acceptance". Further, if the advice provided leads to another’s personal success, individuals may further feel a sense of reward through “reflected glory”. The proselfs (n = 26) and prosocials (n = 25) were asked to complete the advice-giving guessing card task, in which task participants acted as an advisor who selected one of two advice options to give another person. Subsequently, all participants were informed that the other accepted (vs. rejected) their advice and the other’s final outcome (gain vs. loss), while recording their electroencephalogram (EEG) at the feedback from the other processing stage (advice was accepted or rejected by the other) and outcomes for the other (gain or loss) processing stage.

We focused on the feedback-related negativity (FRN) and P3 in outcome evaluation. The results of ERPs showed that at the feedback from the other processing stage, compared with the proselfs, the prosocials are more sensitive to the feedback from the other. In particular, at the early stage (FRN), there was no difference between having the advice accepting and rejecting for proselfs, however, this FRN effect was observed in the prosocials participants. At the later stage (P3), we also found there was a difference between having the advice accepting and rejecting for prosocials but not for the proselfs. On the other hand, at the final outcome for the other processing stage, at the early stage, there was a main effect of SVO, indicating that for prosocials, the FRN peak-to-peak value is more negative than the proselfs. There was a significant interaction among the SVO, Feedback from the other and Outcome for the other in the FRN. For the prosocials, there was a difference between the other’s gain and loss in FRN following their own selections (i.e., advice) were rejected, whereas this difference did not emerge for the proselfs. In addition, we also observed that there was a significant interaction among the SVO, Feedback from the other and Outcome for the other in the P3. In particular, following the participant’s advice was rejected, for the prosocials, compared with the other’s loss outcome, the other’s gain outcome elicited a larger P3. However, for the proselfs, the P3 showed a different pattern, showing that following the participant’s advice was rejected, compared with the other’s gain outcome, the other’s loss outcome elicited a larger P3.

Our findings indicates that the influences of SVO on the processing of self-rewards occurs at the early stage (mirrored in FRN) and the late stage (mirrored in P3). At the feedback from the other processing stage, at the early and the later stages, compared with prosoicals, the proselfs are relatively insensitive to the other's feedback about the advice (rejecting or accepting). At the final outcome for the other processing stage, at the earlier stage, prosocials are sensitive to the others’ wins or losses in both the “accepted” and “rejected” conditions, whereas proselfs are not interested in the others’ outcomes in the “self are rejected” context. Furthermore, at the late stage of outcome evaluation, prosocials attaches the significance on the other’s interest and proselfs attached the importance on the self-interest. Taken together, SVO has a modulation effect on the processing of social rewards.

Key words social value orientation (SVO); outcome evaluation; advice-giving; social rewards for self; event-related potential (ERP)